

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **09-304034**  
 (43)Date of publication of application : **28.11.1997**

(51)Int.Cl. **G01B 11/24**

(21)Application number : **08-144914** (71)Applicant : **MITSUTOYO CORP**  
 (22)Date of filing : **15.05.1996** (72)Inventor : **KOMATSU KOICHI**

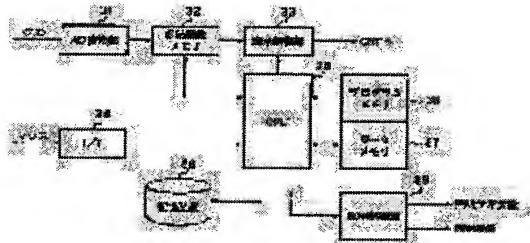
## (54) LIGHTING CONTROL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable setting of the optimum lighting conditions without skill to obtain a higher contrast image by calculating contrast values of an image taken under respective lighting conditions a plurality of times to set light conditions with the highest contrast value.

**SOLUTION:** A detection area on an image of an object to be measured shown on a CRT display is specified by a mouse to be inputted into a CPU 35. The CPU 35 provides a command to a lighting control section 39 to photograph the object to be measured with a CCD camera, while increasing the quantity of illumination light at a specified pitch and performs an A/D conversion 31 of the image taken to be stored into a multi-valued image memory 32 as pixel comprising a number of gray level values. Then, a processing is performed to calculate a contrast value in a specified area from a gray level value pixel unit the altering of the quantity of light ends. The results are stored into a work memory 37.

Then, after the end of altering the quantity of light, a contract curve is determined as obtained when the quantity of illumination light is changed. A function higher than second order is plotted to the curve by least square to set lighting conditions to maximize the contrast value.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-304034

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号      庁内整理番号

F I  
G.01B 11/24

技術表示箇所

### 審査請求・主請求・請求項の数 Z・E.D. (合計頁)

(21)出願番号 特願平8-144914

(22) 出願日 平成8年(1996)5月15日

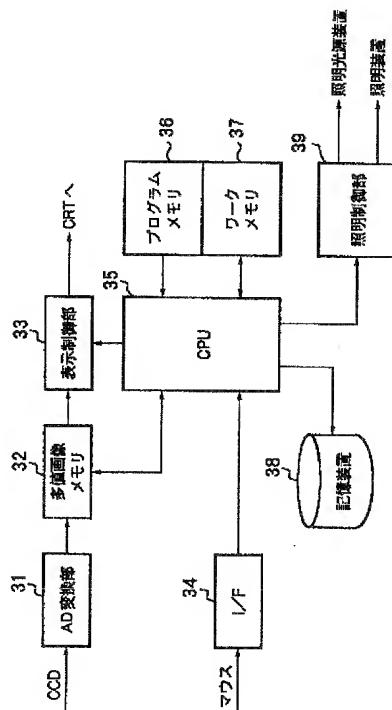
(71)出願人 000137694  
株式会社ミツトヨ  
神奈川県川崎市高津区坂戸  
(72)発明者 小松 浩一  
神奈川県川崎市高津区坂戸  
株式会社ミツトヨ内

(54) 【発明の名称】 照明制御システム

(57) 【要約】

【課題】 コントラストが高い画像が得られるように照明の光量や方向等の照明条件を調節設定する作業は、熟練者の経験が必要とされ非常に難しくしかも繁雑な作業であった。

【解決手段】 所定ピッチで照明条件を変更すると共に各照明条件下において撮像された画像を濃淡値に変換して多値画像メモリにマトリックス状に一時記憶して、この多値画像メモリの各画素とこの画素に隣接する画素との濃淡値の差を自乗合算してコントラスト値を算出する。この処理を複数回行いグラフにプロットして2次以上の関数あてはめまたは重心を求め、最もコントラスト値が高い照明条件を設定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定対象を照明する照明手段と、この照明手段により照明された被測定物を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画像を濃淡値に変換するA D変換部と、このA D変換部から出力される濃淡値をマトリックス状に配置された画素の濃淡値として一時記憶する多値画像メモリと、この多値画像メモリの各画素とこの画素に隣接する画素との濃淡値の差を自乗合算してコントラスト値を算出すると共に所定ピッチで照明条件を変更する照明制御指令を送出するC P Uと、この照明制御指令を入力して照明手段を駆動制御する照明制御部とを備え、前記C P Uは、各照明条件下において前記撮像手段で撮像された画像の前記コントラスト値を算出すると共にこの処理を複数回行い、最もコントラスト値が高い照明条件を設定することを特徴とする照明制御システム。

【請求項2】 被測定対象を照明する照明手段と、この照明手段により照明された被測定物を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画像を濃淡値に変換するA D変換部と、このA D変換部から出力される濃淡値をマトリックス状に配置された画素の濃淡値として一時記憶する多値画像メモリと、この多値画像メモリに一時記憶された画像をC R Tディスプレイに表示すると共に任意の領域を指定する領域指定手段と、この指定された領域内の各画素とこの画素に隣接する画素との濃淡値の差を自乗合算してコントラスト値を算出すると共に所定ピッチで照明条件を変更する照明制御指令を送出するC P Uと、この照明制御指令を入力して照明手段を駆動制御する照明制御部とを備え、前記C P Uは、各照明条件下において前記撮像手段で撮像された画像の前記コントラスト値を算出すると共にこの処理を複数回行い、最もコントラスト値が高い照明条件を設定することを特徴とする照明制御システム。

【請求項3】 請求項1および2において、前記照明条件は前記照明手段から照射される照明光量であることを特徴とする照明制御システム。

【請求項4】 請求項1および2において、前記照明条件は前記照明手段と被測定物との距離であることを特徴とする照明制御システム。

【請求項5】 請求項1および2において、前記照明条件は照明手段の設定角度であることを特徴とする照明制御システム。

【請求項6】 請求項1および2において、前記C P U

は、各照明条件下において前記撮像手段で撮像された画像の前記コントラスト値を算出すると共にこの処理を複数回行い、最小自乗法により2次以上の関数をあてはめて最もコントラスト値が高い照明条件を設定することを特徴とする照明制御システム。

【請求項7】 請求項1および2において、前記C P Uは、各照明条件下において前記撮像手段で撮像された画像の前記コントラスト値を算出すると共にこの処理を複数回行い、重心を算出することにより最もコントラスト値が高い照明条件を設定することを特徴とする照明制御システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像手段で撮像された被測定対象の画像に対して、画像処理を施して形状測定などの画像計測を行う非接触画像計測装置に関し、特にエッジ検出時の照明条件を最適に設定するシステムに関する。

## 【0002】

【背景技術】従来、この種の非接触画像計測システムでは、エッジ位置を確実かつ精度良く検出するために、撮像した画像をモニタに写し出し、この画像を観察しながらこの画像のコントラストが高くなるように、作業者が照明光量や方向等を逐次変更設定していた。この設定が適していないとエッジ近傍のコントラストが低く、エッジそのものが画像に写らないことがある。また、一旦エッジ検出に最適となるように設定した照明条件であっても、ランプの経年変化や外乱光の影響により画像のコントラストや明るさが時間とともに変化してしまい、一定の条件下での画像計測は困難であり、常に照明条件を調節する必要がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、コントラストが高い画像が得られるように照明の光量や方向等の照明条件を調節設定する作業は、熟練者の経験が必要とされ非常に難しくしかも繁雑な作業であった。

【0004】本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、コントラストが高い画像が得られるように照明条件を調節設定するシステムを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記目的を達成するために、被測定対象を照明する照明手段と、この照明手段により照明された被測定物を撮像する撮像手段と、この撮像手段により撮像された画像を濃淡値に変換するA D変換部と、このA D変換部から出力される濃淡値をマトリックス状に配置された画素の濃淡値として一時記憶する多値画像メモリと、この多値画像メモリの各画素とこの画素に隣接する画素との濃淡値の差を自乗合算してコントラスト値を算出すると共に所定ピッチで照

明条件を変更する照明制御指令を送出するCPUと、この照明制御指令を入力して照明手段を駆動制御する照明制御部とを備え、前記CPUは、各照明条件下において前記撮像手段で撮像された画像の前記コントラスト値を算出すると共にこの処理を複数回行い、最もコントラスト値が高い照明条件を設定することを特徴とする。

【0006】また、本発明は上記手段に加え、前記多値画像メモリに一時記憶された画像をCRTディスプレイに表示すると共に任意の領域を指定する領域指定手段を備えることで構成することも可能である。

【0007】また、本発明は上記手段における前記照明条件を前記照明手段から照射される照明光量、または前記照明手段と被測定物との距離または照明手段の設定角度であることを特徴とするよう構成することも可能である。

【0008】また、本発明は上記手段に加え、各照明条件下において前記撮像手段で撮像された画像の前記コントラスト値を算出すると共にこの処理を複数回行い、最小自乗法により2次以上の関数をあてはめて最もコントラスト値が高い照明条件を設定するように構成することも可能である。

【0009】また、本発明は上記手段に加え、各照明条件下において前記撮像手段で撮像された画像の前記コントラスト値を算出すると共にこの処理を複数回行い、重心を算出することにより最もコントラスト値が高い照明条件を設定するように構成することも可能である。

【0010】本発明は、照明条件を所定ステップで変化させながら画像を取り込み、各画像のコントラスト値を算出してコントラスト曲線を求め、これに2次以上の関数を最小自乗法によりあてはめ、または重心の算出によりこのコントラスト値が最大となる照明条件を自動で求め設定可能である。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を用いた好適な実施の形態について図面を用いて説明する。なお、全図中において同一符号を付したものは同一構成要素を表わしている。図1は、本発明の実施例に係る非接触画像計測システムの全体構成を示す斜視図である。このシステムは、非接触画像計測型の三次元測定機1と、この三次元測定機1を駆動制御すると共に必要なデータ処理を実行するコンピュータシステム2と、計測結果をプリントアウトするプリンタ3により構成されている。

【0012】三次元測定機1は、次のように構成されている。即ち、架台11上には、ワーク12を載置する測定テーブル13が装着されており、この測定テーブル13は図示しないXおよびY軸駆動機構によってXおよびY軸方向に駆動される。架台11の後端部には上方に延びる支持アーム14が固定されており、この支持アーム14の上部にZ軸駆動機構を備えたZ軸駆動ユニット15が取り付けられている。このZ軸駆動ユニット15内

部には撮像用のCCDカメラ18が測定テーブル13と対向するように装着されている。このCCDカメラ18を測定テーブル13に対して垂直な方向に駆動制御可能である。また、Z軸駆動ユニット15の下端部に被測定物を照明するためのリング状照明装置19が備えられていて、CCDカメラ18とは独立して測定テーブル13に対して垂直な方向に駆動制御可能である。また、内部にランプを有する照明光源装置16からグラスファイバにより光をこのリング状照明装置18に導いている。また、電源装置17は三次元測定機1とこの照明光源装置16に電源を供給している。このように照明光源装置16とこの電源装置17を三次元測定機1から分離することにより、熱による測定精度への悪影響を防いでいる。

【0013】コンピュータシステム2は、コンピュータ本体21、キーボード22、ジョイスティックボックス23、マウス24およびCRTディスプレイ25を備えて構成されている。コンピュータ本体21は、例えば図2に示すように構成されている。即ち、CCDカメラ18から入力される画像情報は、AD変換部31を介して多値画像メモリ32に格納される。多値画像メモリ32に格納された多値画像情報は、表示制御部33を介してCRTディスプレイ25に表示される。一方、マウス24から入力される画像上における位置情報は、I/F34を介してCPU35に入力される。CPU35は、プログラムメモリ36に格納されたプログラムに従って画像処理を実行する。ワークメモリ37は、CPU35での各種処理のための作業領域を提供する。また、照明制御部39へ制御指令を送出して照明光源装置16内部のランプ光量やリング状照明装置19の上下方向の位置を制御する。また、記憶装置38は、計測結果や各種パラメータを含む計測動作手順を記憶するもので、ハードディスク装置等から構成される。

【0014】次に、このように構成された非接触画像計測システムにおける最適光量の設定手順について説明する。図3は、同システムのエッジ検出のための最適光量設定処理を示すフローチャート、図4および図5はこの処理を説明するための照明光量を変化させたときのコントラスト値の変化を示すグラフである。

【0015】まず、ステップS1において、CRTディスプレイ25に表示された被測定物の画像上でエッジ検出を行いたい部分を含むようにマウス24で例えば矩形状の領域を指定する。指定可能な領域の形状は特に矩形状に限られるものではなく、円形状、扇形状でも実施可能である。また、領域を指定せずに全画像をそのまま利用することも可能である。

【0016】次にステップS2において、所定のピッチで照明の光量を増加させるように照明制御部39へ制御指令を送出して照明光量を設定する。より具体的には照明光源装置16内部のランプに印加する電圧値を所定のピッチで増加または減少させることにより照明光量を設

定可能である。

【0017】次に、ステップS3において、CCDカメラ18から画像を取り込み多値画像メモリ32に一時記憶する。この多値画像とはCCDカメラ18のマトリックス状に並んだ多数の画素における0~255の範囲の濃淡値から形成されている。

【0018】次に、ステップS4において、前記マウス24で指定した画像上の指定領域内のコントラスト値を

$$SE = (e-a)^2 + (e-b)^2 + (e-c)^2 + (e-d)^2 + (e-g)^2 + (e-h)^2 + (e-i)^2 \quad (1)$$

【0020】この(1)の計算をステップS1で指定した指定領域内の各画素全てに行い、得られた値を全て合計する。このようにしてステップS2で設定した照明光量における指定領域のコントラスト値を求めることがで

$$SE = (e-b)^2 + (e-d)^2 + (e-f)^2 + (e-h)^2 \quad (2)$$

【0022】また、上記計算式(1) (2)以外のいかなる計算式であっても、コントラスト値を計算可能であれば利用可能である。前記ステップS2で設定した照明光量の情報、例えば照明光量を設定したときに使われた指令情報等とこの(1)または(2)式により求められた指定領域内のコントラスト値とはペアでワークメモリ37に一時記憶される。

【0023】次にステップS5において、光量変更が全て終了したかどうかチェックして、終了していないときはステップS2に戻り、終了したときはステップS6へ進む。

【0024】次にステップS6において、ここまで得られる情報から図4に示すようなグラフが得られる。次に最小自乗法により2次以上の次数の関数をこのグラフにあてはめる。例えば図5のような2次関数をあてはめることができる。ここであてはめた関数の極大値における照明光量が最もコントラスト値の高い画像を得るために照明光量である。

【0025】また、2次以上の関数を使う以外にもこのグラフにおける重心計算を行うことでも極大値の位置を特定することができ、この位置における照明光量を容易に求めることができる。従って、次のステップS7において、最適光量としてここで求めた照明光量を設定することができる。

【0026】以上、照明光量を暗から明に向かって所定のピッチで徐々に変化させて最適な照明光量を求めたが、逆に明から暗に向かって照明光量を変化させても同様に最適な照明光量値を求めることができる。また、この両方を組み合わせることも可能である。その場合、照明光量を暗から明に向かって変化させるとの所定ピッチを粗くして、だいたいの最適な照明光量を求めておき、続いてこの照明光量近傍において前記所定ピッチを細かくして明から暗に向かって照明光量を変化させて最適な照明光量を求めるようにすることも可能である。また、リング状照明装置19等の照明装置を動かして被測

算出する。このコントラスト値の算出方法は種々のものがあるが、次に示す方法が最も一般的である。例えば図6の多値画像メモリ32の概念図を用いて説明すると、Eにおけるコントラスト値SEは、8個の近傍画素A, B, C, D, E, F, G, H, Iにおける濃淡値a, b, c, d, e, f, g, h, iを使って例えば次の計算式で求めることができる。

【0019】

$$SE = (e-a)^2 + (e-b)^2 + (e-c)^2 + (e-d)^2 + (e-f)^2 + (e-g)^2 + (e-h)^2 + (e-i)^2 \quad (1)$$

きる。また、高速化するために簡易的に例えば次の計算式を用いても構わない。

【0021】

$$SE = (e-b)^2 + (e-d)^2 + (e-f)^2 + (e-h)^2 \quad (2)$$

定物12との距離を変化させることにより照明光量を変化させたのと同様な効果が得られる。

【0027】以上、本発明について好適な実施例を挙げて説明したが、本発明は、この実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲での変更が可能である。例えば、上記実施例では、照明光量の調節設定に限って説明したが、これに代えて照明装置の高さ位置の調節設定を行うように構成可能である。この場合、照明光量を一定にしておくと共に照明装置の高さ位置を所定ピッチで移動させる度に指定領域内のコントラスト値を算出して図4と同様のグラフを得ることができる。従って同様に最もコントラスト値が高くなるように照明装置の高さ位置を決定することができる。

【0028】また、照明装置の高さ位置に代えて照明装置の角度についても同様に調節設定可能である。また、照明光量、照明装置の高さ位置、照明装置の角度のうちいずれかを組み合わせるかあるいは全てを用いて構成することも可能である。また、照明装置が個別に点灯指定可能な照明部材を複数有する場合は、これらの照明部材のうち任意の1つまたは複数を点灯させて、そのときのコントラスト値を算出して、最もコントラスト値が高かった時の照明部材の点灯パターンに設定するように構成することも可能である。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、熟練者でなくとも高いコントラスト画像を得るための最適な照明条件の設定が可能である。また、ランプの経年変化や外乱光が変化しても、常に照明条件を自動的に最適に設定することができ、照明の光量不足または過多に伴う画像のコントラスト低下を補うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る非接触画像計測システムの全体構成を示す斜視図である。

【図2】本発明に係るコンピュータシステムのブロック図である。

【図3】本発明に係る照明光量の最適化の手順を示すフローである。

【図4】照明光量を変化させたときの指定領域内のコントラスト値である。

【図5】図4のグラフにあてはめられた2次関数である。

【図6】本発明に係る多値画像メモリの概念図である。

【符号の説明】

- 1 非接触画像計測型の三次元測定機
- 2 コンピュータシステム
- 3 プリンタ
- 11 架台
- 12 ワーク

13 測定テーブル

14 支持アーム

15 Z軸駆動ユニット

16 照明光源装置

17 電源装置

18 C C D カメラ

19 リング状照明装置

21 コンピュータ本体

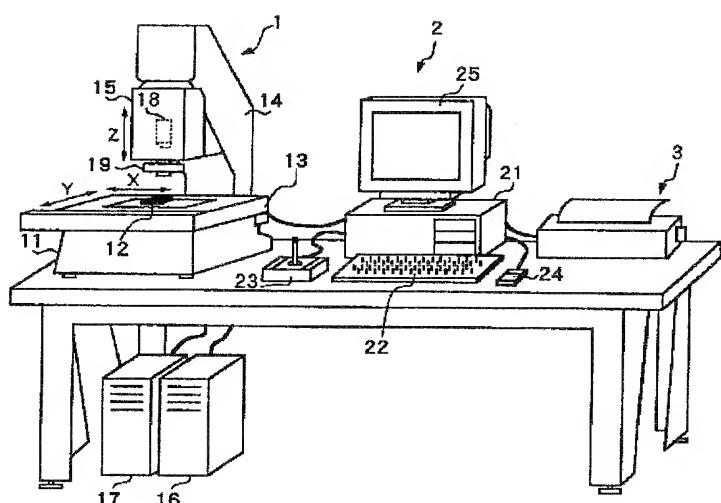
22 キーボード

10 23 ジョイスティックボックス

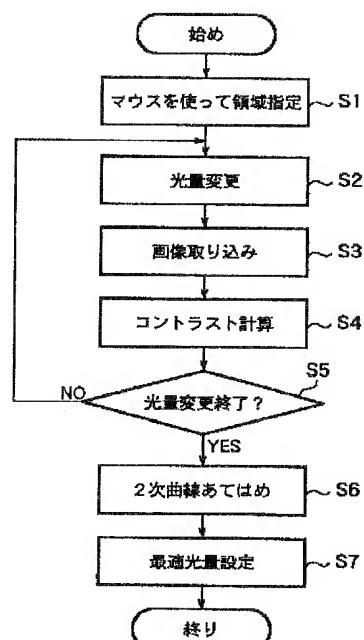
24 マウス

25 C R T ディスプレイ

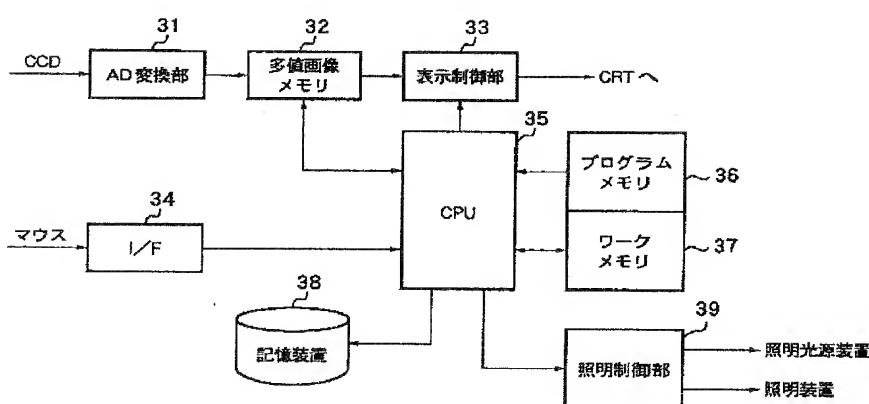
【図1】



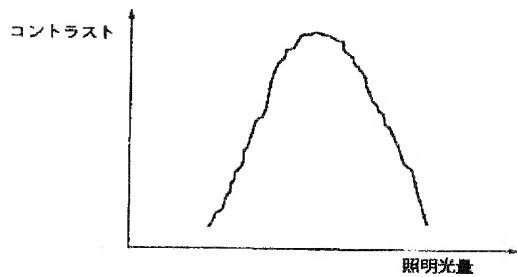
【図3】



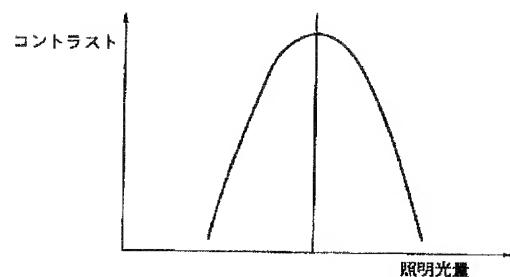
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

